

ОТЗЫВ

официального оппонента

Ахмедзянова Дмитрия Альбертовича

на диссертационную работу Буровой Аделии Юрьевны

«Метод уменьшения разнотяговости турбореактивных двухконтурных двигателей силовой установки двухдвигательного самолёта», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов»

Актуальность темы исследования

Уменьшение разнотяговости турбореактивных двухконтурных двигателей (ТРДД) двухдвигательного самолёта позволяет повысить топливную эффективность за счёт снижения удельного расхода топлива при сохранении требуемой величины тяги в полёте, увеличить дальность и продолжительность полёта, повысить безопасность полёта, снизить эмиссии вредных веществ в атмосферу.

Существующие способы снижения разнотяговости ТРДД многодвигательных реактивных самолётов основаны на подборе двигателей с наиболее близкими значениями параметров и на парировании разворачивающего момента с помощью поверхностей управления самолётом. В настоящее время отсутствуют технические решения и способы управления тягой силовой установки, которые позволяли бы учитывать в режиме реального времени индивидуальные особенности и текущее состояние каждого ТРДД, установленного на двухдвигательный самолёт.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость работы состоит в обосновании метода уменьшения разнотяговости ТРДД силовой установки двухдвигательного самолёта. Предлагается осуществлять селективный отбор двигателей в условиях их серийного производства и проводить коррекцию тяги ТРДД двухдвигательной силовой установки в крейсерском режиме полёта самолёта по результатам определения и сравнительного анализа оценок значений силы тяги каждого двигателя.

Практическая значимость работы заключается в разработке способа селективного отбора ТРДД одной серии для комплектации двухдвигательного самолёта и разработке системы автоматической коррекции тяги, которая позволит реализовать способы уменьшения разнотяговости ТРДД в полёте.

Научная новизна результатов

Научная новизна результатов диссертационной работы состоит в:

1. Разработке метода уменьшения разнотяговости ТРДД силовой установки двухдвигательного самолета, включающего два этапа: селективный отбор ТРДД одной серии по результатам их стендовых испытаний для их установки на самолет и коррекцию тяги двигателей в полёте.
2. Разработке способа и алгоритма отбора ТРДД одной серии для комплектации двухдвигательной силовой установки самолёта с применением иерархического кластерного анализа, позволяющего разделить двигатели одной серии на пары с минимальными отклонениями высотно-скоростных и дроссельных характеристик, что позволит снизить разнотяговость между двигателями, установленных на самолёт.
3. Разработке алгоритма определения оценочных значений тяги ТРДД по измеренным значениям рабочих параметров этого двигателя и параметров крейсерского полёта. Алгоритм позволяет учесть индивидуальные параметры двигателя и изменение КПД его узлов.
4. Разработке способа и алгоритма уменьшения разнотяговости ТРДД двухдвигательной силовой установки самолёта в крейсерском режиме полёта, отличающихся от существующих тем, что разнотяговость уменьшается за счет целенаправленного изменения значения частоты вращения роторов двигателей в зависимости от разности оценочных значений силы тяги двигателей в полёте, определяемой с учетом индивидуальных особенностей каждого двигателя, текущих условий полёта и изменения КПД узлов двигателя.

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников и приложения, объем диссертации составляет 144 страницы, включает 54 рисунка и 3 таблицы. Список литературы содержит 122 источника. Приложение содержит два акта об использовании результатов диссертационной работы.

Во введении диссертационной работы обосновывается актуальность темы исследования, поставлена цель работы, сформулированы задачи исследования, определена степень разработанности темы исследования, раскрыта научная новизна, изложены теоретическая и практическая значимость выполненной работы. Представлены положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен анализ природы возникновения разнотяговости ТРДД на двухдвигательных воздушных судах и рассмотрены способы её минимизации. Рассмотрена нормативная база, касающаяся безопасности полётов самолетов.

Во второй главе представлена теоретическая основа для решения задачи уменьшения разнотяговости ТРДД, устанавливаемых на двухдвигательный самолёт. На этой базе формализована задача снижения асимметрии тяги двигателей в процессе полёта. В качестве решения исследуемой проблемы автор предлагает к рассмотрению новый метод уменьшения разнотяговости ТРДД, реализуемый в два этапа: в условиях серийного выпуска и при их эксплуатации на двухдвигательных самолётах.

В третьей главе приведено описание первого этапа разработанного метода. Приведена логическая схема алгоритма и результаты селективного отбора ТРДД на основе кластерного анализа. Индивидуальные особенности ТРДД определялись с учётом допустимых отклонений значений рабочих параметров (в том числе КПД узлов) от установленных значений. Анализ характеристик двигателей проводился по полнофакторному виртуальному экспериментальному плану: это позволило определить границы отклонений параметров и их сочетаний, не выходящих за пределы производственных допусков. Для оценки близости зависимостей в пределах одного кластера (полученных в результате регрессионного анализа) применялись расстояния Фреше. Далее для оснащения силовой установки другого самолёта выполнялся селективный отбор ТРДД из той же серии; при этом силы тяги и частоты вращения РНД и РВД должны были удовлетворять критериям приближённого равенства.

В четвертой главе диссертационного исследования приводится детальное описание принципов и алгоритмов, составляющих основу второго этапа предлагаемого метода. Данный этап направлен на уменьшение разнотяговости ТРДД двухдвигательного воздушного судна в условиях крейсерского полета. Кроме того, автором предложена структурная схема системы, обеспечивающей автоматическую коррекцию тяги ТРДД в полёте.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, и их достоверность

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, и их достоверность подтверждается:

- использованием теории авиационных двигателей и систем автоматического управления;
- корректным применением математического аппарата;

- сходимостью полученных теоретических результатов и данных моделирования с известными экспериментальными и эксплуатационными данными других авторов;
- апробацией основных положений работы на международных и всероссийских конференциях, а также публикацией результатов исследования в рецензируемых научных изданиях.

Результаты диссертационной работы прошли апробацию на научно-технических и научно-практических конференциях. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в 28 работах, из них 10 статей в рецензируемых научных изданиях ВАК РФ по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» и приравненных к ним и 6 статей в других рецензируемых научных изданиях ВАК РФ.

Использование результатов, проведённых и приведённых в диссертации исследований в производственную практику, подтверждается соответствующими актами: актом об использовании результатов диссертационной работы в Акционерном обществе «Московское машиностроительное предприятие имени В.В. Чернышёва» и актом об использовании результатов диссертационной работы в Федеральном автономном учреждении «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского».

В качестве замечаний следует отметить:

1. Из материалов диссертационной работы следует, что предложенные способ и алгоритм уменьшения разнотяговости ТРДД силовой установки двухдвигательного самолёта разработаны применительно только к крейсерскому режиму полета, но не даны рекомендации по возможности адаптации этого метода для взлетного режима, где разнотяговость ТРДД критически влияет на управляемость самолета.
2. Физическая природа изменения КПД узлов ТРДД, которое учитывается в разработанном методе, раскрыта только фрагментарно.
3. Не предложен алгоритм действий с двигателями, которые не могут быть объединены в пары для установки на двухдвигательный самолёт по результатам предложенного и разработанного способа отбора ТРДД одной серии, который базируется на применении иерархического кластерного анализа.
4. В некоторых разделах диссертации и автореферата текст перегружен громоздкими формулировками, что усложняет их восприятие.
5. Графики на разных рисунках выполнены в разном масштабе, что снижает наглядность иллюстративной части диссертации.

. Некоторые подписи к рисункам малоинформативны.

7. Не даны рекомендации, на каких именно двухдвигательных самолетах и с какими именно двигателями может быть реализован предложенный метод.

Несмотря на указанные замечания, работа сохраняет высокий уровень проработки темы, отмеченные недостатки не снижают высокого уровня работы и не умаляют теоретической и практической значимости представленного материала, а результаты исследования аргументированы и подтверждены достаточными данными.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным в Положении о присуждении ученых степеней

Диссертационная работа Буровой Аделии Юрьевны на тему «Метод уменьшения разнотяговости турбореактивных двухконтурных двигателей силовой установки двухдвигательного самолёта» является законченной и выполненной самостоятельно научно-квалификационной работой. Тематика и содержание диссертации соответствуют специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов». Автореферат соответствует диссертации.

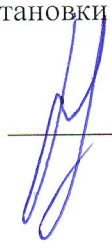
Диссертация соответствует всем предъявляемым к кандидатским диссертациям требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, а ее автор Бурова Аделия Юрьевна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.15. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов».

Официальный оппонент:

Декан факультета авиационных двигателей, энергетики и транспорта Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Уфимский университет науки и технологий» (г. Уфа, ул. Заки Валиди 32), доктор технических наук, профессор по специальности 05.07.05. – «Тепловые, электроракетные двигатели и энергоустановки летательных аппаратов» кафедры авиационных двигателей

24 августа 2026 г.

Ахмедзянов Дмитрий Альбертович



*С отзывом ознакомил
А. Бурова А.Ю.
31.08.2026 г.*

